

Таблица 4 – Данные о среднегодовой эффективности очистки воды с применением биотехнологий

Показатели качества воды	Количество анализов	Эффективность, %		Средне-квадратичное отклонение, %	Коэффициент вариации
		максимальная	средняя		
ХПКб	45	90,0	38,72	21,69	0,56
Железо	42	87,5	34,33	20,67	0,60
Марганец	14	71,4	40,60	30,68	0,76
Взвешенные вещества	45	55,6	33,99	21,20	0,62
Аммонийный азот	41	60,0	23,61	18,00	0,76
Микробное число	24	54,6	34,94	15,95	0,46
Коли-индекс	21	70,0	37,53	31,53	0,84

Для интенсификации процесса очистки природных вод предлагается оборудовать скорые фильтры биопоглотителями, что дает возможность выполнять очистку воды без использования химических реагентов, однако в этом направлении требуются дальнейшие исследования.

1. Душкин С.С., Сорокина Е.Б., Благодарная Г.И. Повышение эффективности работы фильтров очистных сооружений водопровода // Вестник ХГПУ: Сб. науч. трудов. Вып. 65. – Харьков: ХГПУ, 1999. – С.30-34.

2. Душкин С.С., Сорокина Е.Б., Благодарная Г.И. Интенсификация процесса очистки воды активированными растворами реагентов // Тези доповідей конференції “Сучасні проблеми підвищення екологічної безпеки та економічності роботи систем водопостачання і каналізації”. – К.: Знання, 2000. – С.56-57.

3. Туровська Г.І. Аналіз взаємодії освітлювально-сорбційних процесів в технології очистки води // Вісник Рівненського державного технічного університету: Зб. наук. праць. Вип. 4(6). – Рівне: РДТУ, 2000. – С.196-200.

*Получено 18.07.2003*

УДК 624.152 : 626.862

С.В.ТЕЛИМА, канд. техн. наук

*Інститут гідромеханіки НАН України, м.Київ*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМЕНЕВИХ ДРЕНАЖІВ**

Виконано порівняльний аналіз чисельних розрахунків променевого дренажу з даними натурних спостережень на двох ділянках його роботи в м. Харкові. Показана ефективність розробленої методики прогнозу водопритоку до дренажу на основі методу фільтраційного опору та чисельного моделювання.

За останні роки в Україні значно зросли площі підтоплення ділянок на забудованих територіях. Аналіз стану підтоплення територій

таких міст, як Київ, Дніпропетровськ, Львів, Одеса, Харків свідчить про те, що найбільший вплив на розвиток цього явища мають техногенні фактори підтоплення. Очевидно, що при цьому виникають питання техногенної безпеки на вказаних територіях, оскільки наслідки підтоплення виявляються дуже різноманітно, особливо в районах інтенсивної забудови.

Будівництво горизонтального чи вертикального дренажу для захисту від підтоплення таких ділянок не завжди є можливим внаслідок їх інтенсивної забудови та насиченості підземного простору різними комунікаціями. Для подібних умов досить ефективним заходом може бути спеціально побудований промєневий дренаж.

Аналіз виконаних досліджень [1-4] показує, що впровадження промєневих дренажів для вирішення проблем підтоплення почало розширюватись, що обумовлено використанням нових технологій, матеріалів та конструкцій у цих дренажах. У зв'язку з цим існує необхідність подальшого удосконалення та розробки нових методів їх розрахунку для різних природних та техногенних умов. Слід зазначити, що нами накопичений досить значний досвід у розробці чисельно-аналітичних методів розрахунку водоприпливу до промєневих дренажів у дво- та тривимірній постановці [4, 5].

Нижче наводяться результати співставлення чисельно-аналітичних розрахунків промєневого дренажу і натурних спостережень на ділянках його роботи в м.Харкові. Натурні спостереження виконували при будівництві та подальшій експлуатації дренажу як одного із способів ліквідації підтоплення ґрунтовими водами на даних ділянках.

Перша ділянка знаходиться на рівнинній місцевості, що зумовлює однорідний рельєф території розташування дренажу. В геологічній будові даного району беруть участь четвертинні відклади, що складаються із дрібнозернистих та пиловидних пісків, які є основною водовміщуючою товщею порід. Коефіцієнт фільтрації цієї товщі змінюється з 2,2 до 3,9 м/добу, а водовіддача складає 0,1-0,14. Під піщаною товщею скрізь залягає товща водотривких глин, яку можна вважати відносним ізолюючим шаром знизу для виділеного водоносного горизонту.

Дрени-промені закладали в піщаній товщі. У деяких місцях значна їх частина виявилась в товщі суглинків або в зоні їх контакту з піщаною товщею внаслідок неоднорідності водовміщуючих порід за площею. Рівні ґрунтових вод вимірювали до початку і в процесі випусків, а дебіт дренажу визначали об'ємним способом.

Схематизуючи гідрогеологічні умови вибраної ділянки, можна

розглядати водоприплив до променевого дренажу як неусталену фільтрацію в однорідному водоносному горизонті в обмеженій в плані області. Розрахункова схема променевого дренажу, а також математична модель та чисельний алгоритм розв'язку детально описані в роботах [1, 2].

Як було сказано вище, з метою порівняння чисельних та натурних даних спостережень за зниженням рівнів ґрунтових вод була розв'язана нестационарна задача фільтрації з використанням геофільтраційних параметрів, характерних для водоносного горизонту на цій ділянці.

Коефіцієнти фільтрації та водовіддачі задавали відповідно 2,7 м/добу і 0,1, початковий рівень ґрунтових вод – 10 м, потужність горизонту – 3 м, рівень води в дренах-променях – 7 м, довжина дрена-променів – 14,6, 37,0 і 54,0 м; коефіцієнт рівнепровідності – 81 м<sup>2</sup>/добу. В процесі обґрунтування створеної моделі було встановлено, що вона досить адекватно відповідає реальним умовам. На моделі довжину дрена-променів задавали кратною кроковій дискретної сітки (крок сітки 5 м, а довжина дрена-променів – відповідно 15, 55 і 35 м). Розміри модельної області склали 200×200 м.

Результати розв'язання нестационарної задачі водопритоку до променевого дренажу порівнювали з даними спостережень за рівнями ґрунтових вод у спостережених свердловинах на цій ділянці та з вимірами сумарного припливу дренажних вод у шахту водозбірного колодязя.

На рис.1 наведено графіки спостережень за зниженням ґрунтових вод на ділянці в зоні дії дрена-променів і модельний графік для цієї ж зони, отриманий за даними чисельного моделювання. Враховуючи викладені вище міркування щодо точності чисельних розрахунків водопритоку до променевого дренажу, можна вважати співставлення натурних та модельних даних задовільним.

Як видно з рис.1, спостерігаються дещо завищені рівні ґрунтових вод в натурних умовах у порівнянні з модельними даними. Цей факт можна пояснити тим, що значна частина дрени  $L_2=55$  м виявилася закладеною у суглинках з меншим коефіцієнтом фільтрації, ніж заданий у чисельних розрахунках, а також нерівномірним розміщенням спостережених свердловин уздовж осі даної дрени.

Оцінка сумарного водоприпливу до дренажу за даними моделювання склала 70 м<sup>3</sup>/добу, а за натурними даними – 62,5 м<sup>3</sup>/добу, що пояснюється тим самим.

У роботі [5] нами проведений аналіз використання методів фільтраційного опору та чисельного моделювання просторової задачі водо-

припливу до променевого дренажу на другій ділянці по вул. Харківська набережна, 7/9. На рис.2, 3 наведені схематичні карти зниження рівнів ґрунтових і підземних вод відповідно в техногенному й алювіальному водоносних горизонтах на кінець прогнозного періоду, коли відбулась стабілізація рівнів у цих горизонтах. Як видно із рисунків, максимальне зниження рівнів у двох горизонтах забезпечує необхідне водопониження під будинком і дозволяє ліквідувати його підтоплення.

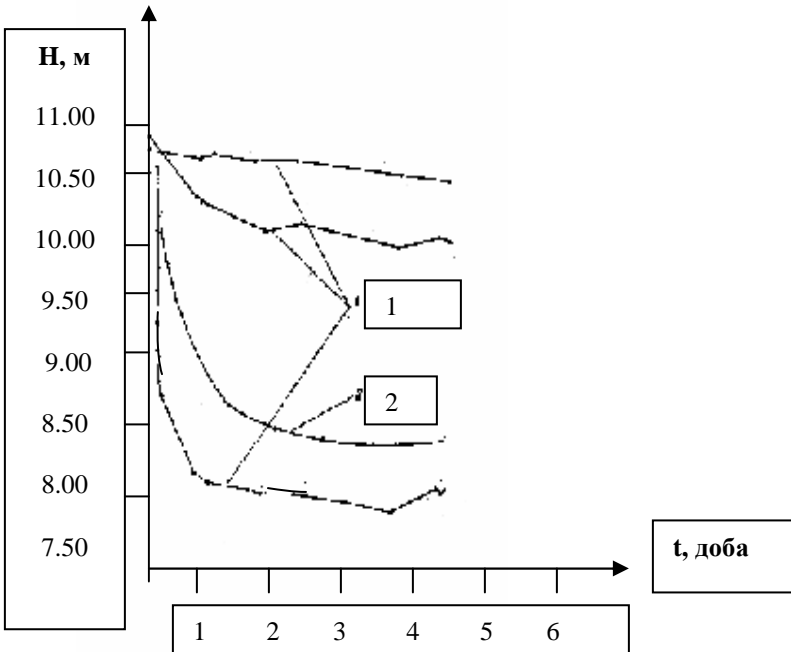


Рис.1 – Зміна рівнів ґрунтових вод на ділянці будівництва променевого дренажу: 1 – графіки зниження рівнів у спостережних свердловинах під час випуску із дослідної свердловини, розташованої в зоні 2-го променя; 2 – графік зниження рівнів ґрунтових вод за даними чисельного моделювання.

Зіставлення натурних даних з результатами чисельного моделювання теж показало задовільні результати. Виходячи з отриманих даних, можна зробити висновки про ефективність роботи променевих дренажів у складних техногенних умовах і про ефективність розробленої методики чисельного моделювання водоприпливу до променевих дренажів. Очевидно, що досить достовірні прогнозні рішення можуть бути отримані при дослідженні променевих дренажів в однорідних ґрунтах або при відповідній схематизації неоднорідної товщі та

граничних умов. В інших випадках точність прогнозування залежатиме від ступеня обґрунтування створеної моделі. Слід зазначити, що в умовах недостатньої інформації про природні умови досліджуваних територій дані про водопониження на ділянках будівництва промислових дренажів можна також використати для визначення геофільтраційних параметрів водоносної товщі. Крім того існує можливість вибирати різні варіанти розміщення дрен-променів як у плані, так і в розрізі при проектуванні дренажу шляхом проведення імітаційного моделювання та розв'язання обернених задач. Необхідно додати, що промисловий дренаж можна ефективно використати і для захисту від забруднення ґрунтових та підземних вод, коли джерела забруднення водного середовища мають локальний характер і їх розміри не перевищують зону впливу промислових дренажів. Оскільки міграція забруднюючих речовин в таких умовах обумовлена в основному конвективним переносом, то при прогнозуванні розповсюдження забруднення головним є визначення геофільтраційних параметрів потоку при роботі промислового дренажу. Розраховані в результаті моделювання вектори швидкостей потоку використовуються для оцінки міграції забруднюючих речовин та вибору ефективних заходів захисту водного середовища від можливого забруднення.

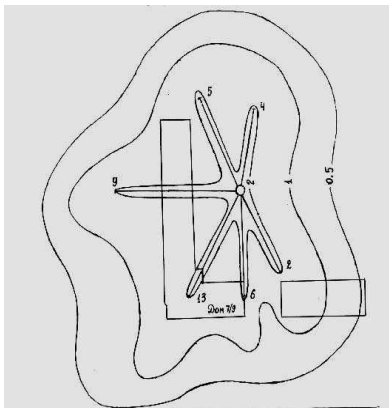


Рис.2 – Схематична карта зниження рівнів ґрунтових вод у техногенному водоносному горизонті за даними чисельного моделювання

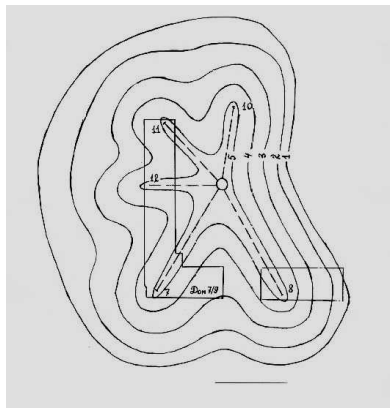


Рис.3 – Схематична карта зниження рівнів підземних вод в алівіальному водоносному горизонті за даними моделювання

Подальше удосконалення методів розрахунку промислових дренажів полягає, на нашу думку, в уніфікації існуючих методів розрахунку, розробці нового програмного забезпечення для розв'язання задач

геофільтрації, широкого використання методів фільтраційного опору та аналітичних моделей в можливостях врахування внутрішньодренної гідравліки дренажу, коли розглядається сумісна задача фільтрації ґрунтового потоку в зовнішній області (ґрунті) та руху води у внутрішній області (дрени) [5], а також досліджень різних схем водопритоку для умов взаємодіючих систем променевого дренажу [1, 5].

Отже, впровадження променевих дренажів для вирішення проблем підтоплення є дуже актуальним. Аналіз досліджень в цьому напрямку показує, що удосконалення методів розрахунку променевих дренажів полягає в уніфікації існуючих методів розрахунку, розробці нового програмного забезпечення для розв'язання задач геофільтрації, широкого використання методів фільтраційного опору та аналітичних моделей в можливостях врахування внутрішньодренної гідравліки дренажу, а також досліджень різних схем водопритоку для умов взаємодіючих систем променевого дренажу.

Результати досліджень можуть бути використані в технологічних розрахунках щодо обґрунтування ефективності застосування променевих дренажів.

1.Пивовар Н.Г. и др. Дренаж с волокнистыми фильтрами для защиты территорий от подтопления. – К.: Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000.– 332 с.

2.Телима С.В., Олійник Є.О. Про врахування внутрішньодренної гідравліки при розрахунках променевого водозбору // Тези доповідей “Наукові дослідження і розробки для інтенсифікації роботи систем водопостачання і водовідведення”. – К.: КНУБА, 2002. – С.36-37

3.Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навч. посібник. – К.: КНУБА, 2001. – 256 с.

4.Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. – Рівне: РДТУ, 2000. – 140 с.

5.Телима С.В. Аналіз методів розрахунку променевих дренажів // Вісник Черкаського держ. техн. ун-ту. – Черкаси: ЧДТУ, 2002. – №1.– С.90-96.

*Отримано 26.06.2003*

УДК 628.33.002

И.В.МАТВЕЕВА, Г.Я.ДРОЗД, д-р техн. наук  
*Луганский национальный аграрный университет*

## **ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К УТИЛИЗАЦИИ НАКОПЛЕНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД**

Приведен количественный и качественный состав осадков сточных вод различного возраста для г.Луганска. Обоснован дифференцированный подход к способам утилизации осадков в зависимости от их качества. Предложен и обоснован путь утилизации осадка в асфальтобетон.